

(51)

Int. Cl. 2:

G 01 D 5/14

(19)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

**Behördeneigentum**

(11)

# Offenlegungsschrift 29 23 644

(21)

Aktenzeichen:

P 29 23 644.0-52

(22)

Anmeldetag:

11. 6. 79

(43)

Offenlegungstag:

20. 12. 79

(30)

Unionspriorität:

(27) (33) (31)

13. 6. 78 Japan P 53-71163

(54)

Bezeichnung:

Positionsfühler

(71)

Anmelder:

Diesël Kiki Co. Ltd., Tokio

(74)

Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dr.-Ing.;  
Stockmair, W., Dr.-Ing. Ae.E.; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.;  
Jakob, P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Pat.-Anwälte,  
8000 München

(72)

Erfinder:

Ohtani, Yoshio; Komori, Ryuichi; Matsuyama, Saitama (Japan)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 29 23 644 A 1

DE 29 23 644 A 1

© 12. 79 909 851/805

11/70

COPY

ORIGINAL INSPECTED

PATENTANWÄLTE

2923644

A. GRÜNECKER

DPL-ING

H. KINKELDEY

DR-ING

W. STOCKMAIR

DR-ING - ABTEILUNG

K. SCHUMANN

DR. PER. NAT. - DPL. PHYS.

P. H. JAKOB

DPL-ING

G. BEZOLD

DR. PER. NAT. - DPL. ODM.

8 MÜNCHEN 22

MAXIMILIANSTRASSE 43

P 13 931

Diesel Kiki Company, Ltd.  
6-7, 3-chome Shibuya, Shibuya-ku  
Tokyo/Japan

### Positionsfühler

### Patentansprüche

1. Positionsfühler, gekennzeichnet durch einen ferromagnetischen Rahmen (12), durch einen beweglich in dem Rahmen (12) angeordneten Magneten (18), und durch einen ersten, so in dem Rahmen (12) angeordneten Magnetowiderstand (23), daß der Rahmen (12) und der erste Magnetowiderstand (23) mit dem Magneten (18) einen magnetischen Kreis bilden, wobei sich die Größe des magnetischen Flusses, der von dem Magneten (18) durch den ersten Magnetowiderstand (23) läuft, in Abhängigkeit von der Lage des Magneten (18) ändert, und wobei der erste Magnetowiderstand (23) aus einem Material mit einem elektrischen Widerstand hergestellt wird, der sich in Ab-

909851/0805

hängigkeit von der Größe des durch ihn verlaufenden magnetischen Flusses ändert.

2. Positionsfühler nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen zweiten Magnetowiderstand (24), der aus dem gleichen Material wie der erste Magnetowiderstand (23) hergestellt und elektrisch mit ihm verbunden ist, wobei der zweite Magnetowiderstand (24) außerhalb des magnetischen Kreises angebracht ist.

3. Positionsfühler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Magnetowiderstand (24) an einer äußeren Oberfläche des Rahmens (12) nahe bei dem ersten Magnetowiderstand (23) angebracht ist.

4. Positionsfühler nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Magnetowiderstand (24) in Reihe zu dem ersten Magnetowiderstand (23) geschaltet ist.

5. Positionsfühler nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und zweite Magnetowiderstand (23, 24) bei Fehlen des magnetischen Flusses den gleichen elektrischen Widerstand haben.

6. Positionsfühler nach einem der Ansprüche 4 oder 5, gekennzeichnet durch eine Energiequelle für das Anlegen einer elektrischen Spannung an die Reihen-Kombination aus erstem und zweitem Magnetowiderstand (23, 24).

7. Positionsfühler nach einem der Ansprüche 4 bis 6, gekennzeichnet durch einen ersten und zweiten festen elektrischen Widerstand (26, 27), die in Reihe zueinander parallel zu der Parallelkombination des ersten und zweiten Magnetowiderstandes (23, 24) liegen.

8. Positionsfühler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und zweite Magnetowiderstand (23, 24) beim Fehlen des magnetischen Flusses den gleichen elektrischen Widerstand haben, und daß der erste und zweite elektrische Widerstand (26, 27) den gleichen elektrischen Widerstandswert haben.

9. Positionsfühler nach einem der Ansprüche 7 oder 8, gekennzeichnet durch einen Differenzverstärker (28) mit einem ersten Eingang, der an den Verbindungspunkt zwischen dem ersten und zweiten Magnetowiderstand (23, 24) angeschlossen ist, und mit einem zweiten Eingang, der an den Verbindungspunkt zwischen dem ersten und zweiten elektrischen Widerstand (26, 27) angeschlossen ist.

10. Positionsfühler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (28) linear in dem Rahmen (12) bewegbar ist.

11. Positionsfühler nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet Magnetpole aufweist, die senkrecht zur Bewegungsrichtung des Magneten (18) ausgerichtet sind.

12. Positionsfühler nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (12) mit einer Bohrung (17) ausgebildet ist, in welcher der Magnet (18) verschiebbar ist, wobei der erste Magnetwiderstand (23) wenigstens einen Bereich eines geschlossenen Endes der Bohrung (17) bildet.

13. Positionsfühler nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (12) durch zwei lineare Abschnitte (13, 14) gebildet wird, die durch einen nicht magnetischen Teil (16) getrennt sind.

14. Positionsfühler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (18) drehbar in dem Rahmen (12) beweglich ist.

15. Positionsfühler nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet Magnetpole aufweist, die senkrecht zu der Drehachse des Magneten ausgerichtet sind.

16. Positionsfühler nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen allgemein Ringform hat und mit einer Bohrung ausgebildet ist, daß der Magnet eine zylindrische Form hat und drehbar in der Bohrung gehalten ist, daß der Rahmen erste und zweite, im allgemeinen halbringförmige Abschnitte aufweist und daß der erste Magnetowiderstand zwischen den benachbarten Rändern des ersten und zweiten Abschnittes angeordnet ist.

2923644

17. Positionsfühler nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten benachbarten Ränder des ersten und zweiten Abschnittes durch einen nicht-magnetischen Teil getrennt sind.

18. Positionsfühler nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Magnetowiderstand diametral gegenüber dem nicht-magnetischen Teil angeordnet ist.

909851/0805

ORIGINAL INSPECTED

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen magnetoelektrischen Positionsfühler, also eine Vorrichtung zur Feststellung der linearen oder Rotations-Position eines mechanischen, beweglichen Elementes.

Es sind bereits verschiedene Positionsfühler vorgeschlagen worden, mit denen die Bewegung eines mechanischen Elementes festgestellt werden kann. Dabei wird beispielsweise die Drehzahl einer Drehwelle festgestellt, indem eine ferromagnetische Scheibe an der Welle angebracht wird. Bei einer solchen Scheibe kann es sich beispielsweise um ein Zahnrad mit den zugeordneten Zähnen handeln. Eine Spule, die um einen Permanentmagneten gewickelt wird, ist in der Nähe des Umfangs des Zahnrades angebracht. Eine Drehung der Welle und des Zahnrades bewirkt eine Änderung des Feldes des Magneten und induziert damit eine Spannung in der Spule. Die Spule liefert als Ausgangssignal eine Wechselspannung, die sich in Abhängigkeit von der Drehzahl der Welle ändert.

Eine lineare Bewegung kann festgestellt werden, indem ein ferromagnetischer Kern an einem Element angebracht wird, dessen Bewegung überwacht werden soll; dabei erfolgt die Befestigung in der Weise, daß der Kern sich teilweise in einen ringförmigen Differentialübertrager bzw. Brückenübertrager erstreckt. Der Übertrager erzeugt ein Wechselspannungssignal, das sich in Abhängigkeit von der Lage des Kerns und des Elementes ändert. Eine Rotationsbewegung kann unter Verwendung einer Zahnstange und eines Ritzels oder einer ähnlichen Einrichtung in eine lineare Bewegung umgewandelt und dann ebenfalls unter Verwendung dieser Vorrichtung festgestellt werden.

909851/0805

Es ist weiterhin bekannt, Potentiometer zur Erzeugung einer Wechsel- oder Gleich-Ausgangsspannung zu verwenden, die eine Funktion der Lage des Schiebers des Potentiometers ist. Lineare und Rotations-Potentiometer sind im Handel erhältlich.

Die meisten herkömmlichen Positionsfühler zur Feststellung von Bewegungen enthalten Spulen, die sehr empfindlich auf Temperaturänderungen ansprechen und damit zu Verfälschungen des Meßergebnisses führen; außerdem führen sie Zeitkonstanten ein, die eine Verzögerung der Messung bewirken. Und schließlich sind Spulen relativ kostspielig und nehmen auch viel Raum ein.

Es ist deshalb ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Positionsfühler zu schaffen, der beim Betrieb zuverlässig und exakt arbeitet.

Weiterhin soll ein Positionsfühler vorgeschlagen werden der durch Temperaturänderungen nicht beeinflusst wird.

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Positionsfühler zu schaffen, der einen einfachen Aufbau hat und auf der Basis einer kommerziellen Produktion preisgünstig hergestellt werden kann.

Weiterhin soll ein Positionsfühler vorgeschlagen werden, der nur eine geringe Größe und ein geringes Gewicht hat.

Und schließlich soll ein allgemein verbesserter Positionsfühler geschaffen werden.

Dies wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch einen Positionsfühler erreicht, der einen ferromagnetischen



Rahmen, einen beweglich in dem Rahmen angeordneten Magneten und einen ersten Magnetowiderstand aufweist, der so in dem Rahmen angeordnet ist, daß der Rahmen und der erste Magnetowiderstand einen magnetischen Kreis mit dem Magneten bilden, wobei sich die Größe des magnetischen Flusses, der von dem Magneten durch den ersten Magnetowiderstand verläuft, in Abhängigkeit von der Lage des Magneten ändert, und wobei der erste Magnetowiderstand aus einem Material mit einem elektrischen Widerstand hergestellt ist, der sich in Abhängigkeit von der Größe des durchlaufenden magnetischen Flusses ändert.

Gemäß der vorliegenden Erfindung hat der erste Magnetowiderstand einen elektrischen Widerstand, der sich in Abhängigkeit von der Größe des magnetischen Flusses ändert, der durch den Magnetowiderstand verläuft; dieser Magnetowiderstand ist in einem ferromagnetischen Rahmen angebracht, so daß er einen magnetischen Kreis mit dem Rahmen und einem Magneten bildet, der beweglich in dem Rahmen befestigt wird. Der Magnet ist so angeordnet, daß sich der magnetische Fluß durch den ersten Magnetowiderstand in Abhängigkeit von der Lage des Magneten und eines beweglichen mechanischen Elementes ändert, beispielsweise eines Hebels, der mit dem Magneten verbunden ist und sich gleichzeitig mit ihm bewegt. Ein zweiter Magnetowiderstand ist außerhalb des magnetischen Kreises angebracht und mit dem ersten Magnetowiderstand in einer Brückenschaltung verbunden, so daß eine Spannung erzeugt wird, deren Größe der Lage des Magneten entspricht. Der Magnet kann entweder linear bewegt oder gedreht werden.

Die Erfindung schafft also einen Positionsfühler, bei dem ein erster Magnetowiderstand mit einem elektrischen Widerstand, der sich in Abhängigkeit von der Größe des ihn durchlaufenden magnetischen Flusses ändert, in einem magnetischen Rahmen angebracht ist, so daß ein magnetischer Kreis mit dem Rahmen und einem Magneten entsteht, der beweglich in dem Rahmen befestigt ist. Der Magnet ist so angeordnet, daß sich der magnetische Fluß durch den ersten Magnetowiderstand in Abhängigkeit von der Lage des Magneten und eines beweglichen, mechanischen Elementes ändert, wie beispielsweise eines Hebels, der zur Durchführung einer entsprechenden Bewegung mit dem Magneten gekuppelt ist. Ein zweiter Magnetowiderstand ist außerhalb des magnetischen Kreises angebracht und mit dem ersten Magnetowiderstand in einer Brückenordnung verbunden, so daß eine Spannung erzeugt wird, deren Größe der Lage des Magneten entspricht. Der Magnet kann entweder linear bewegt oder gedreht werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen longitudinalen Schnitt durch eine erste Ausführungsform eines Positionsfühlers gemäß der vorliegenden Erfindung in einer ersten Endlage,

Fig. 2 eine ähnliche Ansicht wie Figur 1, wobei sich jedoch der Positionsfühler in der zweiten Endlage befindet,

Fig. 3 ein elektrisches Schalt diagramm des Positionsfühlers nach den Figuren 1 und 2,

- Fig. 4 eine graphische Darstellung zur Erläuterung der Funktionsweise des Positionsfühlers nach den Figuren 1 und 2,
- Fig. 5 einen Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines Positionsfühlers nach der vorliegenden Erfindung in einer ersten Endlage,
- Fig. 6 eine ähnliche Ansicht wie Figur 5, wobei jedoch der Positionsfühler in der zweiten Endlage dargestellt wird,
- Fig. 7 eine graphische Darstellung zur Erläuterung der Funktionsweise des Positionsfühlers nach den Figuren 5 und 6, für eine Drehung von  $90^\circ$  und
- Fig. 8 eine graphische Darstellung zur Erläuterung der Funktionsweise des Positionsfühlers nach den Figuren 5 und 6 für eine Drehung von  $360^\circ$ .

Obwohl selbstverständlich mannigfaltige Variationen und Modifikationen der hier beschriebenen Ausführungsformen des Positionsfühlers nach der vorliegenden Erfindung möglich sind, soll doch darauf hingewiesen werden, daß die hier erläuterten und dargestellten Ausführungsformen hergestellt, getestet und eingesetzt worden sind; sie haben einwandfrei gearbeitet.

Wie sich aus Figur 1 der Zeichnungen ergibt, weist der magnetoelektrische Positionsfühler 11 nach der vorliegen-

den Erfindung einen ferromagnetischen Rahmen 12 auf. Der Rahmen 12 wird durch zwei Abschnitte 13 und 14 gebildet, die durch einen nicht-magnetischen Teil 16 getrennt sind. Der Teil 16 kann aus einem Kunststoff oder einem ähnlichen, harzartigen Material bestehen, das an seinen gegenüberliegenden Enden an den Abschnitten 13 und 14 durch einen Klebstoff angebracht ist. Als Alternative hierzu kann der Teil 16 durch ein nicht-magnetisches Silber-Lötmittel gebildet werden, das insoweit eine Doppelfunktion erfüllt, als es auch die Abschnitte 13 und 14 miteinander verbindet.

Der Rahmen 12 ist mit einer longitudinalen Bohrung 17 ausgebildet, in der ein Permanentmagnet 18 so gelagert wird, daß er eine lineare Gleitbewegung durchführen kann. Der Magnet 18 ist durch eine Stange 19, die durch das rechte Ende des Abschnittes 14 nach außen verläuft, mit einem Hebel 21 verbunden, der um eine Achse 22 geschwenkt werden kann. Dadurch wird der Magnet 18 linear in Abhängigkeit von der Schwenklage des Hebels 21 bewegt. Bei der Ausführungsform nach Figur 1 soll der Positionsfühler 11 eine elektrische Spannung liefern, die der Lage des Hebels 11 entspricht; dieser Positionsfühler soll also die Lage des Hebels 21 feststellen. Es wird angenommen, daß die Bohrung 17 und der Magnet 18 konjugierte, das heißt, einander entsprechende, zylindrische Querschnitte haben. Es sind jedoch auch beliebige andere, geeignete Querschnitte möglich, wie beispielsweise viereckige, quadratische, rechteckige oder ähnliche Querschnitte. Die Nord- und Südpole des Magneten 18 sind nach oben und nach unten oder rechtwinklig zu der nach links bzw. rechts verlaufenden Bewegungsrichtung des Magneten 18 ausgerichtet.

Gemäß einem wesentlichen Merkmal der vorliegenden Erfindung weist der Positionsfühler 11 weiterhin einen ersten Magnetowiderstand 23 auf, der in einem zentralen Bereich des linken, geschlossenen Endes des Abschnittes 13 angeordnet ist und einen Teil des linken Endes bildet. Der Magnetowiderstand 23 verläuft senkrecht zu der Zeichnungsebene und erstreckt sich nach einer bevorzugten Ausführungsform über die gleiche Strecke wie das linke, geschlossene Ende des Abschnittes 13. Als Alternative hierzu kann der Magnetowiderstand 23 jedoch nur einen Teil des linken Endes des Abschnittes 13 bilden und von dem übrigen Bereich des linken Endes umgeben werden.

Ein zweiter Magnetowiderstand 24 ist auf einer äußeren Oberfläche des Abschnittes 13 nahe bei dem ersten Magnetowiderstand 23 angebracht. Die Magnetowiderstände 23 und 24 werden durch ein Halbleitermaterial gebildet, dessen elektrischer Widerstand sich in Abhängigkeit von der Größe des magnetischen Flusses  $B$  ändert, der die Magnetowiderstände durchläuft. Es soll angenommen werden, daß der elektrische Widerstand der Magnetowiderstände 23 und 24 proportional zu dem durchlaufenden magnetischen Fluß zunimmt. Die vorliegende Erfindung läßt sich jedoch auch unter Verwendung eines Materials einsetzen, bei dem der elektrische Widerstand nicht linear zunimmt oder abnimmt, wenn die Größe des durchlaufenden magnetischen Flusses abnimmt.

Der Magnet 18 kann in eine erste End- bzw. Extremstellung bewegt werden, die in Figur 1 dargestellt ist; dabei nimmt seine linke Fläche die Lage S1 ein; außerdem kann der Magnet in eine zweite Extrem- bzw. Endstellung gebracht werden, die in Figur 2 dargestellt ist; dabei nimmt die linke Fläche des Magneten 18 eine Lage S2 ein. Die Endlagen S1 und S2 definieren den linearen Arbeitsbereich des Positionsfühlers 11.

909851/0805

Die Magnetowiderstände 23 und 24 sind so ausgewählt, daß sie bei Fehlen eines magnetischen Flusses den gleichen elektrischen Widerstand haben; sie sind zueinander in Reihe geschaltet, wie in Figur 3 dargestellt ist. Die Magnetowiderstände 23 und 24 sind an ihren Enden mit einer negativen Gleichspannungsquelle  $-V$  bzw. einer positiven Gleichspannungsquelle  $+V$  verbunden. Der Verbindungspunkt zwischen den beiden Magnetowiderständen 23 und 24 ist an den nicht-invertierenden Eingang eines Differentialverstärkers 28 angeschlossen.

Feste elektrische Widerstände 26 und 27, die den gleichen elektrischen Widerstandswert haben, liegen in Reihe zueinander und parallel zu der Serienkombination aus den Magnetowiderständen 23 und 24. Der Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 26 und 27 ist an den invertierenden Eingang des Differenzverstärkers 28 angeschlossen. Die Magnetowiderstände 23 und 24 und die Widerstände 26 und 27 bilden gemeinsam eine Wheatstone-Brückenschaltung.

Die Funktionsweise des Positionsfühlers 11 ist aus Figur 4 zu erkennen, in der die Lage S des Magneten 18 über der Ausgangsspannung  $V_0$  des Differenzverstärkers 28 aufgetragen wird. Wenn der Magnet 18 sich rechts von der Lage  $S_1$  befindet, in welcher die linke Fläche des Magneten 18 rechts von der rechten Kante des Abschnittes 13 des Rahmens 12 liegt, so erzeugt der Differenzverstärker 28 eine vernachlässigbare Ausgangsspannung, die niedriger als ein sehr kleiner Wert  $V_{01}$  ist. Dies beruht darauf, daß der Magnet 18 einen magnetischen Kreis mit dem Abschnitt 14 des Rahmens 12 bildet; in dem oben erläuterten Fall verläuft praktisch kein magnetischer Fluß durch den Abschnitt 13 und dem Magnetowiderstand 23.

In diesem Fall haben die Magnetowiderstände 23 und 24 den gleichen elektrischen Widerstandswert, so daß das Ausgangssignal des Differenzverstärkers 28 unter VO1 liegt. Die Magnetowiderstände 23 und 24 wirken als Spannungsteiler, so daß die Spannung an ihrem Verbindungspunkt gleich der Hälfte der Differenz zwischen den Spannungen  $-V$  und  $+V$  ist. Die Widerstände 26 und 27 wirken ebenfalls als Spannungsteiler, so daß die Spannung an ihrem Verbindungspunkt immer die Hälfte der Differenz zwischen den Spannungen  $-V$  und  $+V$  ist. Der Differenzverstärker 28 erzeugt in Abhängigkeit von gleichen Eingangssignalen die Ausgangsspannung Null.

Wenn sich der Magnet 18 nach links aus der Lage S1 zur Lage S2 bewegt, wird ein magnetischer Kreis zwischen dem Magneten 18, dem Abschnitt 13 und dem Magnetowiderstand 23 ausgebildet. Je größer die Bewegung des Magneten 18 nach links ist, das heißt, je weiter sich der Magnet 18 nach links bewegt, um so größer wird der Anteil des magnetischen Flusses des Magnetens 18, der durch den Abschnitt 13 von dem Magnetowiderstand 23 verläuft, und um so größer wird der elektrische Widerstand des Magnetowiderstandes 23. Da sich der Magnetowiderstand 24 außerhalb des magnetischen Kreises des Rahmens 12 befindet, verläuft kein magnetischer Fluß durch den Magnetowiderstand 24, so daß der elektrische Widerstand dieses Magnetowiderstandes 24 gleich bleibt.

Wenn der Widerstandswert des Magnetowiderstandes 23 zunimmt, fällt ein größerer Teil der Spannung an den Magnetowiderständen 23 und 24 an dem Magnetowiderstand 23 ab, so daß die Spannung an dem Verbindungspunkt der Magnetowiderstände 23 und 24 zunimmt. Wenn die Spannung an

dem nicht invertierenden Eingang des Differenzverstärkers 28 die feste Spannung an seinem invertierenden Eingang übersteigt, nimmt die Ausgangsspannung VO des Differenzverstärkers 28 zu, wie in Figur 4 dargestellt ist.

Wenn der Magnet 18 die Lage S2 erreicht, verläuft im wesentlichen der gesamte magnetische Fluß des Magneten 18 durch den Magnetowiderstand 23. Eine Bewegung des Magneten 18 nach links über die Lage S2 hinaus führt zu keiner merklichen Erhöhung der Ausgangsspannung VO über den Wert VO2 hinaus, da der Fluß durch den Magnetowiderstand 23 und der Widerstandswert des Magnetowiderstandes 23 nicht zunehmen. Damit erzeugt also der Positionsfühler 11 eine lineare Ausgangsspannung, die sich in Abhängigkeit von der Lage des Hebels 21 und dadurch des Magneten 18 zwischen den Grenzlagen S1 und S2 ändert.

Es wurde ein Experiment unter Verwendung eines zylindrischen Magneten 18 mit einer Länge von 10 mm und einem Durchmesser von 10 mm durchgeführt. Die Differenz zwischen den Spannungen -V und +V betrug 10 VDC. Der Abstand zwischen S1 und S2 war 7 mm, so daß der effektive Hub des Positionsfühlers 11 diesen Wert hatte. Die Ausgangsspannung VO änderte sich linear von 1 VDC zu 5 VDC.

Um den Wirkungsgrad des Positionsfühlers zu maximieren, hat der Magnetowiderstand 23 die gleiche Abmessung wie die Breite (senkrecht zur Zeichnungsebene) des Abschnittes 13. Durch Verringerung der Querschnittsfläche des linken Endes des Abschnittes 13 und des Magnetowiderstandes 23 und durch Erhöhung der Höhe (vertikal gemäß der Darstellung in der Zeichnung) des



beim Fehlen des magnetischen Flusses den gleichen elektrischen Widerstandswert haben, und auch die Widerstände 26 und 27 den gleichen elektrischen Widerstandswert haben sollten, ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese Ausführungsform beschränkt, so daß die Widerstände 23, 24, 26 und 27 irgendeinen beliebigen, geeigneten Wert haben können.

Figur 5 stellt eine weitere Ausführungsform eines Positionsfühlers nach der vorliegenden Erfindung dar, der allgemein mit dem Bezugszeichen 31 versehen ist und einen ringförmigen, ferromagnetischen Rahmen 32 aufweist. Der Rahmen 32 wird durch einen ersten und einen zweiten, im allgemeinen halbringförmigen Abschnitt 33 und 34 gebildet, die eine zylindrische Bohrung 37 definieren. Ein Magnet 38 ist in der Bohrung 37 in der Weise drehbar angeordnet, daß die Pole des Magneten 38 radial, oder senkrecht zu den Drehachsen des Magneten 38, sind.

Ein nicht-magnetischer Teil 36 befindet sich zwischen ersten (rechten) benachbarten Kanten der Abschnitte 33 und 34. Ein Magnetowiderstand 39, der dem Magnetowiderstand 23 entspricht, ist zwischen zweiten (linken) benachbarten Kanten der Abschnitte 33 und 34 angeordnet. Ein Magnetowiderstand 41, der dem Magnetowiderstand 24 entspricht, ist an der äußeren Oberfläche des Abschnittes 33 nahe bei dem Magnetowiderstand 39 angebracht. Die Magnetowiderstände 39 und 41 sind zu einer Brückenschaltung verbunden, die im wesentlichen der entsprechenden Schaltung nach Figur 3 ähnelt; sie wird deshalb nicht nochmals im einzelnen dargestellt und erläutert.

Magneten 18 wird es möglich, bei der gleichen Magnetkraft einen größeren Bereich der Ausgangsspannung zu erhalten. Es ist unter Verwendung dieser Informationen auch möglich, den gleichen Bereich der Ausgangsspannung mit einem kleineren Hub des Magneten 18 oder die gleiche Ausgangsspannung mit einem größeren Hub des Magneten 18 zu erhalten. Obwohl gemäß der Darstellung die Magnetowiderstände 23 und 24 voneinander getrennt sind, können sie auch auf dem gleichen Substrat ausgebildet werden; dabei kann der Magnetowiderstand 23 in den Abschnitt 13 eingebettet werden.

Da jede Temperaturschwankung die beiden Magnetowiderstände 23 und 24 in gleicher Weise beeinflusst, da sie sich so nahe beieinander befinden, ist die an dem Verbindungspunkt zwischen den Magnetowiderständen 23 und 24 auftretende Spannung praktisch temperaturunabhängig. Als Alternative zu der dargestellten Ausführungsform kann auch auf den Magnetowiderstand 24 verzichtet werden. Es ist auch möglich, ihn durch einen festen Widerstand zu ersetzen.

Wenn der Magnetowiderstand 24 nicht vorgesehen wird, wird eine Einrichtung verwendet, die den Stromfluß durch den Magnetowiderstand 23 feststellt, wobei dieser Stromfluß abnimmt, wenn der magnetische Fluß und der elektrische Widerstand des Magnetowiderstandes 23 zunehmen.

Obwohl die Stange 19 sich gemäß der Darstellung in den Figuren 1 und 2 durch eine Öffnung im rechten Ende des Abschnittes 14 erstreckt, kann sie auch senkrecht zu der Zeichnungsebene von dem Magneten 18 aus verlaufen. In einem solchen Fall würde keine Öffnung im rechten Ende des Abschnittes 14 ausgebildet. Obwohl oben erwähnt wurde, daß die beiden Magnetowiderstände 23 und 24

2923644

Figur 5 zeigt eine erste Endlage des Magneten 38, in der praktisch kein magnetischer Fluß durch den Magnetowiderstand 39 verläuft. Figur 7 stellt die Ausgangsspannung  $V_0$  für eine Drehung aus der Stellung nach Figur 5 um  $90^\circ$  in die Stellung nach Figur 6 dar. In Figur 5 liegt die Ausgangsspannung unter dem Wert  $V_{01}$ , da der Widerstandswert des Magnetowiderstandes 39 minimal ist. Die Flußlinien sind in den Figuren 5 und 6 als gestrichene, gebogene Linien angedeutet, jedoch nicht mit Bezugszeichen versehen.

In der Lage nach Figur 6 verlaufen praktisch alle Flußlinien von dem Magneten 38 durch den Magnetowiderstand 39, so daß die Ausgangsspannung den maximalen Wert  $V_{02}$  hat. Da der Magnetowiderstand 39 nur durch die Größe des durch ihn verlaufenden magnetischen Flusses und nicht durch die Richtung des Flusses beeinflusst wird, stellt Figur 7 die Auswirkung einer Drehung des Magneten 38 um  $90^\circ$  in jeder Richtung aus der Lage nach Figur 5 dar. Der nicht-magnetische Teil 36 verhindert, daß der magnetische Fluß durch diesen Bereich verläuft.

Die Ausgangsspannung  $V_0$  ändert sich in Form einer Sinuskurve mit einer Periode von  $180^\circ$ , wie in den Figuren 7 und 8 dargestellt ist. Damit kann also der Positionsfühler 38 dazu verwendet werden, eine Drehung in einem Bereich von  $180^\circ$  ( $90^\circ$  auf jeder Seite der Lage nach Figur 5) oder eine kontinuierliche Drehung (unbegrenzte Zahl von Drehungen) in jeder Richtung festzustellen. Der Positionsfühler 31 kann auch als Drehzahlfühler eingesetzt werden, da sich die Frequenz der Ausgangsspannung  $V_0$  in Abhängigkeit von der Drehzahl des Magneten 38 ändert. Der Drehwinkel aus der Lage nach Figur 5 ist mit dem Bezugszeichen  $\theta$  versehen.

909851/0805

2923644

Nach einer bevorzugten Ausführungsform haben die nicht-magnetischen Teile 16 und 36 die gleiche Querschnittsfläche wie die Rahmenabschnitte 13 bzw. 33 und die gleichen Abmessungen wie sie in der Richtung senkrecht zur Zeichnungsebene sind. Dadurch wird eine etwaige Leckage des magnetischen Flusses minimal und gewährleistet, daß praktisch der gesamte Fluß der Magnete 18 und 38 zur Verfügung steht, um den elektrischen Widerstandswert der Magnetowiderstände 23 bzw. 39 zu variieren. Außerdem wird dadurch die glatte, gleichmäßige Drehung des Magneten 38 erleichtert. Die nicht-magnetischen Teile 16 und 36 können durch irgendeine andere nicht-magnetische Anordnung, einschließlich eines Luftspaltes, ersetzt werden.

Die vorliegende Erfindung schafft also einen neuen und technisch fortschrittlichen magnetoelektrischen Positionsfühler, der beim Betrieb zuverlässig und genau arbeitet, unempfindlich gegenüber Temperaturänderungen ist, eine geringe Größe und ein geringes Gewicht hat und auf der Basis einer kommerziellen Produktion preisgünstig hergestellt werden kann.

909851/0805

ORIGINAL INSPECTED

Fig. 5

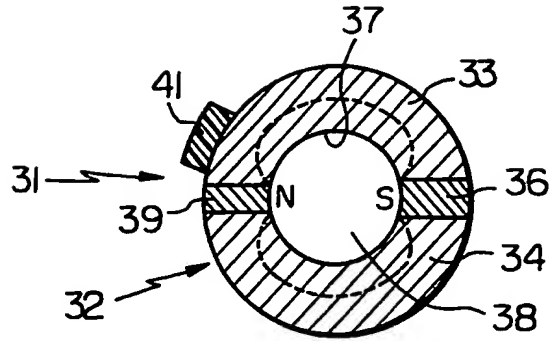


Fig. 6

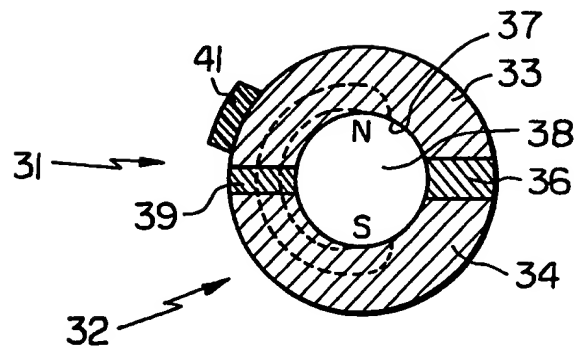


Fig. 7

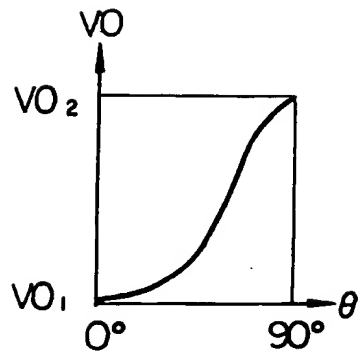
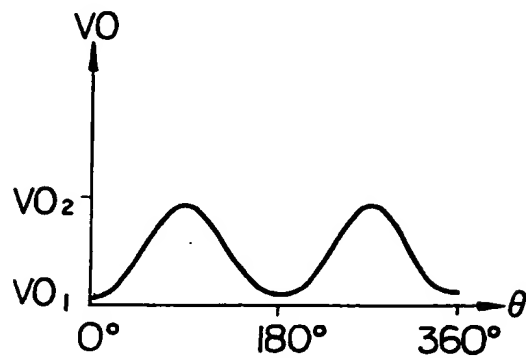


Fig. 8



11. Juni 1979

-21-  
2923644

P 13 931 - G1

Nummer:  
Int. Cl.2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

29 23 644  
G 01 D 5/14  
11. Juni 1979  
20. Dezember 1979

Fig. 1

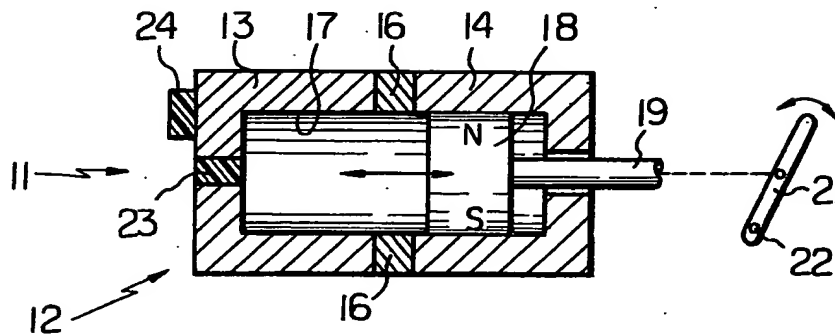


Fig. 2

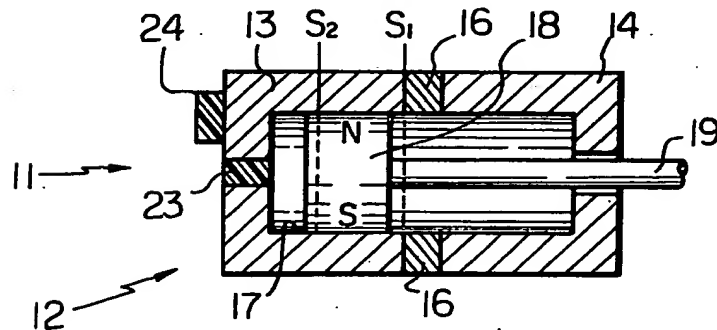


Fig. 3

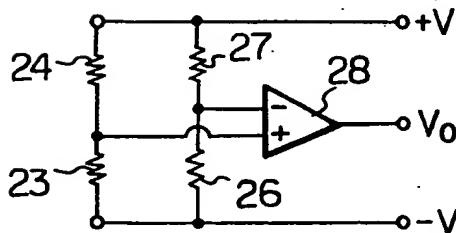
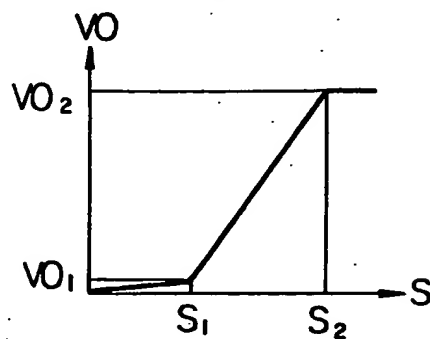


Fig. 4



909851/0805